

51

Int. Cl. 2:

**H 02 K 41/02**

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

B 60 L 13/00



**DE 27 21 905 B 1**

11

# **Auslegeschrift 27 21 905**

21

Aktenzeichen: P 27 21 905.2-32

22

Anmeldetag: 14. 5. 77

43

Offenlegungstag: —

44

Bekanntmachungstag: 23. 11. 78

31

Unionspriorität:

22 23 31 —

54

**Bezeichnung:** Linearmotor und Verfahren zu seiner Herstellung

71

**Anmelder:** Kabel- und Metallwerke Gutehoffnungshütte AG, 3000 Hannover;  
Thyssen Industrie AG, 4300 Essen

72

**Erfinder:** Raschbichler, Hans-Georg, Ing.(grad.), 8012 Ottobrunn;  
Breitenbach, Otto, Ing. (grad.); Böll, Jürgen; Uttenreuther, Josef;  
8500 Nürnberg

55

**Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:**  
DE-AS 19 08 457

**ORIGINAL INSPECTED**

11. 78 809 547/432

## Patentansprüche:

1. Linearmotor, bestehend aus einem Läufer teil und einem langgestreckten Stator mit Nuten, in denen eine dreiphasige Wechselstromwicklung angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Wicklungsstränge (6, 7, 8) der Wicklung (3) aus elektrischen Kabeln bestehen, die vor ihrer Einbringung in die Nuten (2) des Stators (1) zu einer vorgefertigten, zusammenhängenden Wicklung geformt und untereinander verbunden sind.
2. Linearmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an den Wickelköpfen (11) der Wicklungsstränge (6, 7, 8) Formstücke (12) aus mechanisch festem Material angebracht sind, durch welche die Wickelköpfe hindurchgeführt sind.
3. Linearmotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß an der vorgefertigten Wicklung (3) Verschlüsselemente (15) für die Nuten (2) des Stators (1) und gegebenenfalls Elemente zur Auskleidung der Nuten angebracht sind.
4. Verfahren zur Herstellung einer vorgefertigten Wicklung für einen Linearmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst nach oben offene Formstücke (12) aus mechanisch festem Material in Rinnen eines dem Stator (1) des Linearmotors nachgebildeten Modells (9) eingelegt werden, das aus einem die Nuten enthaltenden endlosen Band und zwei durch die Rinnen von diesem getrennten Wänden (16, 17) besteht, daß anschließend drei voneinander unabhängige elektrische Kabel in die Nuten des Modells und die die Wickelköpfe (11) aufnehmenden Formstücke eingelegt und durch Verschließen der Formstücke festgelegt werden, und daß die fertige Wicklung (2) schließlich aus dem Modell herausgenommen und gegebenenfalls aufgetrommelt wird.
5. Verwendung einer mit dem Verfahren nach Anspruch 4 hergestellten Wicklung als Erregerwicklung zur Einlegung in die Nuten eines langgestreckten Stators von spurbundenen elektromagnetisch betriebenen Fahrzeugen, bei denen der Läufer teil des Linearmotors an den Fahrzeugen befestigt ist.

Die Erfindung bezieht sich auf einen Linearmotor, bestehend aus einem Läufer teil und einem langgestreckten Stator mit Nuten, in denen eine dreiphasige Wechselstromwicklung angeordnet ist, sowie auf ein Verfahren zur Herstellung einer Wicklung für einen solchen Linearmotor (DE-AS 19 08 457).

Linearmotoren sind für elektrische Antriebe unterschiedlichster Art seit langem bekannt. Es gibt dabei sowohl Gleichstrom- als auch Wechselstrom-Synchron- und Asynchronmotoren. Beim Linearmotor sind sowohl Ständer als auch Läufer im Gegensatz zum konventionellen Motor nicht kreisförmig, sondern geradlinig angeordnet. Die elektrische Energie wird dabei so in mechanische Bewegung nutzbar gemacht. Der Linearmotor hat prinzipiell eine in Nuten des Stators angeordnete Erregerwicklung, die beim Wechselstrommotor dreiphasig ausgebildet ist. Der Läufer teil besteht entweder aus einer Schiene aus elektrisch gut leitendem Material, wie Kupfer oder Aluminium (Asynchronmotor) oder aus permanentmagnetischem Material (Syn-

chronmotor).

Einsatzgebiete der Linearmotoren sind beispielsweise der Personennahverkehr, das Förder- und Transportwesen, Fließbänder, Gepäcktransport, Bergbau, Krane, Schleppanlagen, Schlitten von Werkzeugmaschinen und die Bestätigung von Schiebern. Je nach Einsatzgebiet sind dementsprechend die Motoren mehr oder weniger lang. Die Wicklung kann dabei in den Nuten des Stators in üblicher Weise angeordnet werden. Je länger der Stator ist, desto aufwendiger wird die Arbeit zur Anbringung der einzelnen Wicklungsstränge. Darüber hinaus ist für diese Arbeit bisher stets ein Fachmann erforderlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Linearmotor anzugeben, der unabhängig vom Herstellungsort und von der Länge des Stators auf einfache Weise auch von nicht ausgebildeten Kräften fertigzustellen ist.

Diese Aufgabe wird mit einem Linearmotor der eingangs geschilderten Art gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß die einzelnen Wicklungsstränge der Wicklung aus elektrischen Kabeln bestehen, die vor ihrer Einbringung in die Nuten des Stators zu einer vorgefertigten, zusammenhängenden Wicklung geformt und untereinander verbunden sind.

Der Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß durch den Einsatz einer in beliebiger Länge vorzufertigenden und somit konfektionierten Wicklung, die Fertigstellung des Stators des Linearmotors mit wenigen einfachen Handgriffen durchführbar ist. Diese Arbeit kann von jeder angelernten Hilfskraft durchgeführt werden, da keinerlei elektrische Schaltungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen. Insbesondere bei sehr großer Länge des Stators, wie sie beispielsweise dann vorliegt, wenn ein solcher Motor zum Antrieb von spurbundenen Fahrzeugen verwendet wird, kann die Anzahl von Verbindungsmuffen klein gehalten werden, da eine solche vorgefertigte Wicklung in großen Längen herstellbar ist und zum Transport auf Trommeln aufgewickelt werden kann.

Zur weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes werden die Wickelköpfe durch gleichzeitig als mechanischer Schutz dienende Formstücke hindurchgeführt. Außerdem können zur Montageerleichterung an der vorgefertigten Wicklung auch Verschlüsselemente für die Nuten des Stators angebracht sein. Weitere Vorteile ergeben sich dadurch, daß die Wicklung mit einem entsprechend einfachen Verfahren in einer mit allen Hilfsmitteln ausgerüsteten Werkstatt hergestellt werden kann.

Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes ist in der Zeichnung dargestellt.

Fig. 1 zeigt schematisch den prinzipiellen Aufbau eines Linearmotors.

Fig. 2 gibt eine Draufsicht auf die lagerichtig angeordnete Wicklung des Stators wieder und in

Fig. 3 ist in perspektivischer Ansicht eine Explosionszeichnung der Einzelteile des Stators dargestellt.

Mit 1 ist der aus ferromagnetischem Material bestehende Stator eines Linearmotors bezeichnet, in dessen Nuten 2 eine Wicklung 3 zur Erzeugung eines elektromechanischen Wanderfeldes angeordnet ist. Durch einen Luftspalt vom Stator 1 getrennt, ist der Läufer teil 4 an einem zu bewegenden Gegenstand angebracht, welcher bei Betrieb des Motors beispielsweise in Richtung des Pfeiles 5 bewegt werden kann. Der Läufer teil 4 besteht beispielsweise aus Kupfer oder Aluminium oder aus permanentmagnetischem Material

und kann an einem Fahrzeug befestigt sein, das entlang einer vorgegebenen Spur bewegt wird.

Gemäß der Erfindung besteht die Wicklung 3 aus drei Wicklungssträngen 6, 7 und 8, die in den Fig. 2 und 3 durch unterschiedliche Kennzeichnung hervorgehoben sind. Diese Wicklungsstränge bestehen beispielsweise aus Mittelspannungs- oder Niederspannungskabeln und haben ein aus Kupfer- oder Aluminiumdrähten aufgebautes Leiterseil. Über diesem Leiterseil liegt eine Leiterglättung und darüber eine geeignete Isolierung aus einem wärmebeständigen Kunststoff. Über dieser Kunststoffschicht kann gegebenenfalls noch eine weitere leitende Schicht angebracht sein. Die Wicklungsstränge sollen zur Herstellung einer dreiphasigen Wicklung in den Nuten des Stators 1 angeordnet werden. Hierzu wird die gesamte Wicklung aus den drei Wicklungssträngen vorher zu einer Einheit zusammengefaßt und dann als ein zusammenhängendes Gebilde in die Nuten 2 eingelegt.

Bei der Herstellung der Wicklung 3 wird so vorgegangen, daß zunächst die drei getrennten Kabel als Wicklungsstränge 6, 7 und 8 in ein Modell 9 eingelegt werden, das dem Stator 1 mit seinen Nuten nachgebildet ist. Dieses Modell besteht beispielsweise aus einer endlosen Kette, auf der Blöcke 10 angebracht sind, die durch einen Zwischenraum voneinander getrennt sind, der den Abmessungen der Nuten 2 im Stator 1 entspricht. Das endlose Band des Modells 9 kann zwischen den Wänden 16 und 17 über zwei Rollen geführt werden, und die einzelnen Wicklungsstränge werden immer in die oben liegenden Zwischenräume zwischen den Blöcken 10 eingelegt, an den Wickelköpfen fest miteinander verbunden und dann kontinuierlich aus dem weiterbewegten Modell 9 herausgenommen, während gleichzeitig in die dann folgenden Zwischenräume zwischen den Blöcken 10 neue Windungen eingelegt werden.

Entsprechend der Darstellung in Fig. 2 wurde im vorliegenden Fall zunächst der Wicklungsstrang 8 angebracht. Darauf wurde der Wicklungsstrang 7 gelegt, während der dritte Wicklungsstrang 6 als letzter in die für ihn vorgesehenen Zwischenräume zwischen den Blöcken 10 eingelegt wurde.

Beim Verlegen der einzelnen Windungen der Wicklungsstränge werden die außerhalb der Nuten liegenden Wickelköpfe 11 so eng wie möglich gelegt, damit sie im fertigen Linearmotor nicht zu weit seitlich aus dem Stator 1 herausragen. Da die Wickelköpfe 11 wegen der Elastizität der verwendeten Kabel die in Fig. 2 dargestellte Form von allein nicht halten können, werden sie mit besonderen Hilfsmitteln festgelegt und gleichzeitig miteinander verbunden. Diese besonderen Hilfsmittel sind Formstücke 12 aus mechanisch festem Material, deren Aufbau aus der perspektivischen Darstellung in Fig. 3 genauer hervorgeht. Die Formstücke 12 werden in die Rinnen zwischen den Blöcken 10 und den Wandungen 16 und 17 des Modells 9 eingelegt. Da die Formstücke mit abgerundeten Führungen zur Aufnahme der Wickelköpfe 11 der

Wicklungsstränge ausgerüstet sind, ergeben sich durchgehende Kanäle, die aus den Zwischenräumen zwischen den Blöcken 10 und den Führungen bestehen. In die Kanäle werden die Wicklungsstränge 6, 7 und 8 eingelegt. Durch die Formstücke 12, die jeweils zwei Wickelköpfe 11 erfassen, werden diese beiden Wickelköpfe gleichzeitig festgelegt und auch mechanisch geschützt. Nach dem Einlegen der Wicklungsstränge werden die Formstücke mit Verschlussteilen 13 verschlossen, die in Fig. 3 ebenfalls als Einzelteile dargestellt sind. Während die Formstücke 12 bei der Darstellung in Fig. 2 oben noch offen sind, ist in der perspektivischen Darstellung der Fig. 3 bereits der Aufbau wiedergegeben, in welchem die Formstücke 12 vollständig mittels der Verschlussteile 13 verschlossen sind, die nicht nur in die Formstücke 12 eingesetzt, sondern auch fest mit denselben — beispielsweise durch Verkleben oder Verschweißen — verbunden werden.

Nachdem die Wicklungsstränge in der beschriebenen Weise in das Modell 9 eingelegt sind, wird das Modell in Richtung des Pfeiles 14 weiterbewegt, wobei die bereits fertiggestellten Wicklungsteile aus dem Modell herausgenommen werden, während anschließend weitere Windungen in die nachfolgenden Zwischenräume zwischen den Blöcken 10 und in weitere Formstücke 12 eingelegt werden können. Auf diese Weise kann im kontinuierlichen Herstellungsprozeß eine sehr lange vorgefertigte formstabile Wicklung aus drei Wicklungssträngen geschaffen werden, deren Länge lediglich durch die Länge der zur Verfügung stehenden Kabel bzw. das Fassungsvermögen einer Trommel vorgegeben wird, auf welche die fertige Wicklung aufgewickelt werden soll. Dieser Wickelvorgang wird auch nicht durch die der Stabilisierung und dem Schutz dienenden Formstücke 12 behindert, da dieselben jeweils nur zwei Wickelköpfe erfassen und sich somit ein Gebilde ergibt, das mit einer Gliederkette vergleichbar ist.

Die fertige Wicklung kann nach ihrer Fertigstellung entweder direkt in die Nuten 2 des Stators 1 eingelegt werden, der in Fig. 3 über der Wicklung angedeutet ist, oder die Wicklung kann insbesondere dann, wenn sie länger ausgeführt ist, auf eine Trommel aufgewickelt werden. Von dieser Trommel kann die Wicklung wieder abgenommen und dann an Ort und Stelle in die Nuten eines entsprechend langen Stators 1 eingelegt werden. Beim Einlegen der Wicklung ist es erforderlich, daß die Wicklung auch in den Nuten gehalten wird. Hierzu können beispielsweise Verschlüsselemente 15 verwendet werden, wie sie ebenfalls aus Fig. 3 hervorgehen. Diese Verschlüsselemente können bei der Herstellung der Wicklung gleich mit an diese Wicklung angeformt werden, so daß auch der Handgriff des Verschließens der Wicklung auf diese Weise vereinfacht ist. Neben der Anbringung eines einfachen Verschlüsselementes gemäß Fig. 3 ist es weiterhin möglich, an den Wicklungssträngen auch ganze Rohrstücke mit anzuformen, die an den Wicklungssträngen verbleiben und als sogenannte Nutauskleidungen zu betrachten sind, an denen dann ebenfalls Verschlüsselemente mit angeformt sind.

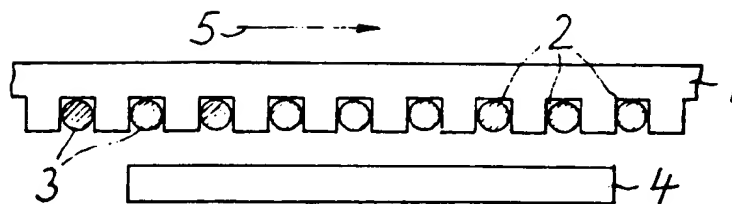


Fig. 1

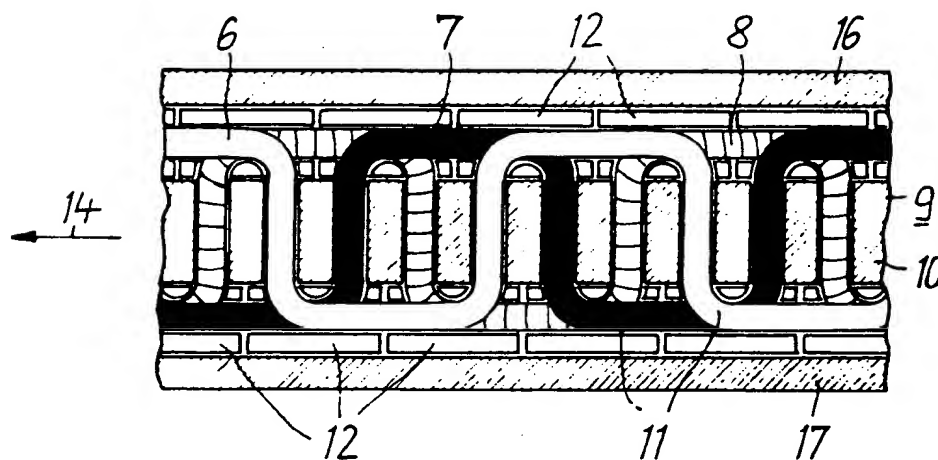


Fig. 2

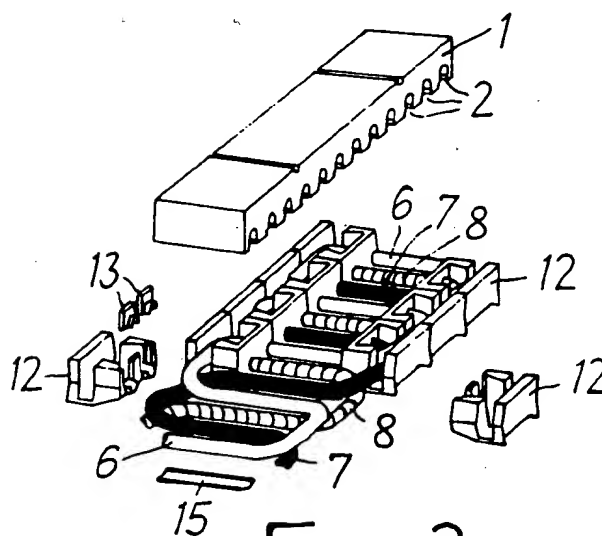


Fig. 3